

Pál Zoltán – Bálint Kinga

TELEPÜLÉSI TALAJVÍZ-SZENNYEZÉSI MINTÁZATOK ERDŐVIDÉKI FALVAK PÉLDÁJÁN

Bevezetés

Az utóbbi fél évszázadban a népesség számbeli növekedése, az élelmiszerigény, az életminőség javulása, a növénytermesztés és az állattenyésztés gyarapodása, az ipar fejlődése a vízszükségletek állandó növekedését vonta maga után. Vízhány lép fel olyan régiókban is, ahol azelőtt a vízellátás nem jelentett gondot.

A mennyiségi vízhiány mellett napjainkban egyre inkább a minőségi vízhiánnyal és szembe kell néznünk, pontosabban azzal, hogy van elég víz, de nem megfelelő minőségű. Az ENSZ kimutatása szerint a Föld lakóinak kb. egynegyede nem jut egészséges ivóvízhez, s több mint felének nincs higiénikus (vízzel ellátott, vízöblítéses WC-vel felszerelt) lakhelye. Ahogy az össznépesség és az élelmiszerigény megkétszereződött, valamint a folyók és patakok szennyezettebbé váltak, egyre többször fordultunk a felszín alatti víztároló rétegekhez ivóvízért és öntözővízért, és eközben a valóság kijózanított. Szemben az általános hiedelemmel, miszerint a talajvíz védve van a szennyeződéstől, mostanában jövünk rá arra, hogy a felszín alatti víz nemcsak érzékeny a szennyezésre, hanem sok szempontból még érzékenyebb, mint a felszíni.¹

Az 1950-es évek óta a talajvíz felhasználásának robbanásszerű növekedését az *öntözési mezőgazdaság* eredményezte (zöld forradalom). Valójában az öntözés emészt fel a folyóvizek és a kutak vízének több mint kétharmadát. A mezőgazdaság erőteljes vízfelhasználó szerepe mellett nem szabad figyelmen kívül hagyni az ipar egyre növekvő vízfelhasználását sem, hiszen ahogy a világ iparosodik, mind nagyobb mértékű vízmennyiség kerül át a mezőgazdaságból a sokkal jövedelmezőbb gyárakba.

Amint nő a talajvíztől való függőségünk, úgy válik forrása egyre hozzáférhetlenebbé. Problémát okoz mindenekelőtt, hogy a legfontosabb víztároló rétegeket szinte minden kontinens esetében azok természetes visszatöltődési üteménél sokkal gyorsabban ürítik ki. Ha nagy mennyiségű vizet emelnek ki egy víztartó rétegből, az a maradék vízben megnöveli a

szennyezők koncentrációját, így ezáltal is csökken az emberiség rendelkezésére álló, minőségileg megfelelő felszín alatti víz.

A litoszféra vizei a vízkörforgalom felszín alatti komponensei, melyek fontos kölcsönhatásban állnak az atmoszféra, hidroszféra és bioszféra vizével. A ciklus bármely részéből történő vízelvonás vagy vízhozáadás a többi elemre is hatást gyakorol. A felszín alól történő vízelvonás közvetlenül csökkenti a vízkészleteket, és a kutak nyugalmi vízszintjének csökkenésében, a források hozamcsökkenésében jelentkezik. Ugyanakkor a hidrológiai körfolyamaton keresztül nemcsak a víz közvetítődik egyik rezervoárból a másik felé, hanem a vizes oldatban zajló anyagtranszport – beleértendő a szennyező transzport is – a ciklus szállítószalagján keresztül valósul meg. Azaz, a felszín alatti vizek az emberi tevékenységek által kibocsátott szennyezők fő transzportálói és közvetlen minőségi károsultjai egyidejűleg.²

Az általunk vizsgált szennyező, a nitrát

A nitrátok a salétromsav (HNO_3) sói. A talajban a szerves anyagok mineralizációja útján keletkeznek, vagy pedig nitrogéntartalmú műtrágyákból származnak. A nitrogénnek az a megjelenési formája, amelyet a szántóföldi növények leginkább hasznosítani tudnak.³

A fenti definícióból is kitűnik, hogy egyes szerzők csupán a nitrátok műtrágya-eredetét tartják fontosnak. Ám a mezőgazdasági okok mellett a kommunális eredetűekről is egyre többet kell írunk, ugyanis a lakosság hatalmas hányada érintett a vidéki településeken használt, nitráttal szennyezett víz használata révén.

Aerob (oxigéntartalmú) környezetben a nitrogén nitráttá alakul – ezt a formát a növények könnyebben fel tudják használni. A fel nem használt nitrát legnagyobb része feloldódik az esővízben és az öntözővízben, végső soron pedig keresztülszivárog a talajon az alatta fekvő víztároló rétegbe.

A nitrát természetes körülmények között is megtalálható a természetben, csak jóval kisebb arányban, mint a szennyezett vizekben. Ez az érték $10 \text{ mg NO}_3^- / \text{dm}^3$ körül mozog. Magyarázata, hogy a légkörben a

¹ PAYAL, S. 2001.

² MÁDLNÉ, dr. – SZÖNYI J. – TÓTH J. 2003.

³ JAKAB S. – FÜLEKY GY. 2004.

földfelszín minden egyes négyzetmétere fölött 8 t nitrogén van N_2 gáz formájában, amiből kisülések hatására mintegy 7 kg/ha/év oxidált nitrogén jut vissza a felszínre.

A vizek elnitrátosodása globális szinten főként a mezőgazdaságban nem kellően hasznosított műtrágyák kimosódása révén következik be. Az ötvenes évek eleje óta a gazdák húszszorosára növelték a nitrogéntartalmú műtrágyák használatát a termés növelése érdekében. A magas mennyiségű tápanyagot azonban a növények gyakran nem tudják teljes mértékben felhasználni. A geomorfológiai, illetve talajviszonyoktól függően a felszíni lefolyás nagymértékben hozzájárulhat a nitrát-nitrogénnek erősen műtrágyázott parcellákról való kimosódásához.⁴

Tekintettel arra, hogy a műtrágyák közül a nitráttartalmút köti meg legkevésbé a talaj – a talajok ammónium-, kálium-, foszfor- megkötőképessége lényegesen nagyobb, mint a nitrát esetén –, így a növény által fel nem vett nitrát a vízbe kerül. Az erdős, fás területek közelében fekvő gazdaságok környékén a talajvíz nitrátszintje általában lényegesen alacsonyabb. Az erdős területek ugyanis megakadályozzák a nitrogénnek nitráttá való átalakulását. Mind a gazdaságok termőföldjéről származó fölösleges műtrágya és állati szerves hulladék, mind a lakott települések szennyvize igen sok nitrátot tartalmazhat.⁵

Megoszlanak a vélemények a szakirodalomban abban a tekintetben, hogy mi okozza a talajvízben az olykor extrém nitráttartalmat. Számolni lehet ipari eredetű szennyezéssel vagy akár a talajban természetes viszonyok között képződött nitráttal is, mely a szivárgó vizekkel a talajvízbe kerülhet, ennek mértéke azonban a szakirodalomban fellelhető adatok szerint nem nagy: füves területen 0–30 mg/l értéket mértek drénvízben.⁶

Nitrátszennyezés Romániában

Romániában a talajvíz 77,8%-a nitráttal, 47,7%-a ammóniummal és 51%-a foszforral szennyezett. Ezekből az adatokból következik, hogy a felszín alatti vízkészletek úgy hosszú, mint rövid távon szennyezési veszélynek vannak kitéve, aminek következtében sok helyen nem szolgálhatnak ivóvízként. E szennyezés egy előreláthatatlan folyamat, tisztítása nagyon nehéz, megterhelő költségeket igényel. Éppen ezért a vízgazdálkodási politika sürgősen megelőzési akciókba kell kezdjen a minőségi vízromlás megszüntetése végett.⁷ A fent felsorolt adatokkal ellentétben a vizekkel foglalkozó legfőbb állami szerv területi

igazgatóságai szinte egyöntetűen, saját mérési adatokkal alátámasztva állítják, hogy Romániában a talajvíz nitráttal történő szennyezése nem létező probléma. A két sarkalatosan különböző álláspont mögött az a szomorú tény húzódik, hogy a vízügyi állami szervek felszín alatti vizeket monitorizáló kútjai mind településektől távol fekszenek, így a talajvizek kommunális eredetű szennyezése számukra tényleg nem problematikus. Az állami szervektől független forrásokban (*Világ helyzete*jelentés) már megtaláljuk azt az országra vonatkozó általános megállapítást, amely a probléma valós okára hívja fel a figyelmet.

Az 1. táblázatban a talajvizek mért nitrátkoncentrációinak értékeit tüntettük fel a világ különböző régióiban, a legvalószínűbb szennyezési forrás megjelölésével.

A nitráttal szennyezett ivóvíz fogyasztásának közegészségügyi veszélyei

Az ivóvízben található magas nitrátkoncentráció jelentős veszélyforrás az emberi egészségre nézve, mivel a nitrát felelős a *hemoglobinvérség* (metahaemoglobinaemia) nevű betegség kialakulásáért, és sok esetben hozzájárul a rák kialakulásához is. Ezt a betegséget az angol szakirodalomban *blue baby syndrome* (kék baba szindróma) néven találhatjuk meg, mert elsősorban a kisbabáknál jelentkezik, de felnőttekre is igen veszélyes hatást gyakorolhat a magas nitrátkoncentráció. A betegség első fázisában kékes elszíneződések jelennek meg a test különböző pontjain.⁸

A hemoglobinvérség akkor következik be, ha a vérben túl sok hemoglobin alakul át metahemoglobinná. Ebben az esetben a heme csoport vas atomja nem képes megkötni oxigént, mert oxidálódik, ami azt jelenti, hogy kétvegyértékű vasból háromvegyértékű válik, 1 elektron elvesztése miatt. Ebben az állapotban a heme csoport nem képes oxigént szállítani a szövetekbe, a vér oxigénszállító képessége jelentősen lecsökken, és ez a szervezetben oxigénhiányhoz vezet. Az oxigénhiány tünetei akkor jelentkeznek, ha a Hb 30–40%-a alakult át MetHb-ná. Ilyenkor a bőr és a nyálkahártyák kékesen elszíneződnek, ezt legkifejezettebben az ajkakon, fülön, orron, ujjakon észlelhetjük.⁹ A sok MetHb-t tartalmazó vér csokoládébarna színű. Ha a MetHb koncentrációja 70–80%-ra emelkedik, súlyos, életveszélyes tünetek alakulnak ki.

A metahemoglobin tehát (Me-He-Gi) a hemoglobin (He-Gi) oxidációja révén keletkezik. Ezt az oxidációt a nitrátból keletkező nitrit végzi. A

⁴ KERÉNYI A. – SZABÓ GY. 1998.

⁵ KERÉNYI A. 1995.

⁶ HAYNES-K., R. J. – CAMERON, C. 1986. In: KERÉNYI A. – PÁSZTOR A. 1994.

⁷ *Raport privind starea mediului din România 2003.*

⁸ HAUGEN, K. S. – SEMMENS, M. J. – NOVAK, P. J. 2001.

⁹ www.medicinenet.com.

felelősekben specifikus enzim alakítja vissza a metahemoglobint hemoglobinná (méregtelenítési folyamat). A gyermek fejlődése során azonban ez az enzim csak később jelenik meg, s így a csecsemőkben a méregtelenítési folyamat nem megy végbe.

Gyermekeknél a gyomor pH-ja közel neutrális – szemben a normál felnőtt savas kémhatásával – és ez kedvez a nitrit-nitrát átalakulást végző baktériumok működésének. Ezért a magas nitráttartalmú vizet nem szabad csecsemőknek adni. 10 mg/l nitrát-nitrogéntartalom (45 mg/l nitrát) alatt a metahaemoglobinaemia betegség nem alakul ki.

A gyomor-bél savassága a csecsemő emésztési rendszerében a nitrátot nitritté alakítja, ami blokkolja vérenek oxigénellátó képességét, és így fulladásos halált okoz. A kérődző háziállatok, például a kecskék, birkák és tehenek a gyermekekhez meglehetősen hasonló módon érzékenyek a metahaemoglobinaemiára, mivel emésztőrendszerük szintén gyorsan átalakítja a nitrátot nitritté. A nitrátok jelenléte a nőknél összefüggésbe hozható a *vetélésekkel és a non-Hodkin limfóma (nyiroksejtek rákos megbetegedése)* megnövekedett kockázatával.

Az emésztő- és kiválasztószervi daganatok is összefüggésbe hozhatók az ivóvíz nitráttartalmával. Továbbá gátolja az intrauterin fejlődést, *testi és szellemi elmaradást* okoz. Gátolhatja a pajzsmirigy működését, ezt a hatást a jó hiánya felerősítheti.¹⁰

A talajvíz nitráttartalmának a növekedése azokon a településeken jelent közvetlen veszélyt az emberre, ahol az ivóvizet ebből nyerik. Több szerző szerint a magas nitráttartalmú ivóvíz rendszeres fogyasztása növeli a *gyomorrák* kockázatát. A túlzott nitrogénműtrágyázás káros hatásait növeli az a tény, hogy a túltrágyázott talajon nő a betakarított hasznos növények nitráttartalma is, így az étellel további nitrát mennyiség kerülhet a szervezetbe.

A kommunális eredetű nitrátszennyezés

Jelenleg a Kínai Alföld hatalmas vidéki jellegű területein együtt jelentkezik a növekedő vízhiány, a vízfelhasználás alacsony hatásfoka, a természetű növények alacsony nitrogénfelvétele és a talajvizek nitráttal történő szennyezése.¹¹ A Székelyföld vidéki településeinek helyzete sem különbözik a kínaiaktól, a felsorolt problémák mind jelen vannak. A talajvizek folyamatos elszennyeződése mellett azt is tapasztaljuk, hogy Székelyföldön egyre kevesebb műtrágyát szórnak ki a földekre, melynek okai a rossz gazdasági állapot, a művelés felhagyása és a környezetkímélő gazdálkodás erősödése. Ezeket látva azt várjuk, hogy talajvizeink egyre tisztábbak lesznek,

és mégsem történik így. Vízbázisaink vize évről évre szennyezettebbé válik.

Számos olyan település van Székelyföldön, ahol teljes egészében hiányzik, vagy nagyon alacsony határfokon működik a központosított ivóvízellátás. Főleg a vidéki településeken gyakori az a folyamat, hogy az ivóvízellátó hálózat kiépítését nem követi a csatornahálózat megépítése (*1. ábra*). Ez elsősorban megnövekedett vízfogyasztást, és ennek értelmében megnövekedett szennyvízmennyiséget jelent, melynek kezelése és tisztítása nem megoldott. A szerves eredetű szennyezőanyagok települési talajvízben történő erőteljes felhalmozódása valószínűleg a kommunális tisztítatlan szennyvizek eredménye.¹²

A településeken belüli pontszerű szennyezőforrások azonosítása időigényes feladat, de még azok diffúz hálózatának ismerete sem teljesen elegendő a települési talajvízszennyezés pontos mintázatának, ok-okozati összefüggéseinek feltárására.

Lakott településeken a térben szétszórott emberi eredetű nitrogénforrások (házi szennygödörök és kerti műtrágyázás) a nitrátszennyezettség foltszerű mintázatát eredményezik. Sok száz pontszerű szennyvíz-beszivárgó szennyezőforrás létezik, és minden egyes pontban különböző lehet a nitrifikáció vagy a friss vízzel való keveredés. Emellett a talajvíz izotóp-összetétele, illetve kémhatása a lakott és geokémiailag összetett területeken eltérhet a várt állapotoktól. Ilyen területeken több szinten ellenőrzött tényekre van szükség a szennyezők pontos eredetének meghatározásához.¹³

Kutatásaink, állapotfelméréseink számos székelyföldi és más erdélyi település alatti talajvízrendszert céloztak és céloznak jelenleg is. Az eredmények megdöbbentően hasonlítanak, és geológiai szerkezettől, települési mérettől függetlenül a települési talajvizek erős, nitráttal történő elszennyeződését mutatják.

A kutatás célja

Vizsgálódásunk célja: erdővidéki települések példáján és egy pillanatnyi állapot leírásán keresztül megjeleníteni a települések alatti talajvíz nitrátszennyezettségi mintázatait. A vizsgálat célja azt is kideríteni, hogy beigazolódik-e a feltevés, miszerint ugyanazon folyó mentén sorakozó települések esetében a folyás irányában haladva a talajvizek egyre szennyezettebbek lesznek.

Anyag és módszer

Az általunk mért talajvízmutatók a következők: nitrát (mg/l), a kutak tengerszint feletti magassága két GPS-el (m), majd topográfiai térképről, a

¹⁰ CSENDER Gy. 2006.

¹¹ HU, K. et alii 2005.

¹² PÁL Z. 2006.

¹³ SEILER, R. L. 2005.

talajvízszint felszíntől számított távolsága (m), a talajvíz hőmérséklete (°C), pH-értéke, konduktivitása ($\mu\text{S}/\text{cm}$), össz szervesen ásványianyag-tartalma vagy TDS (Total Dissolved Solids) (mg/l), a levegő hőmérséklete (°C), légnyomás (Hgm), sótartalom (ppt). A műszerek, melyeket a mérések során felhasználtunk: Nitracheck 404 reflektométer, mely a nitrátmérésre szolgál, Thermo Orion 5 Star elektródás multiméter, mely kimutatja a víz hőmérsékletét, pH-értékét, konduktivitását, az oldott össz szervesen ásványianyag-tartalmát, vagyis a TDS-t, a légnyomást és a sótartalmat, vízhőmérő, szobai levegőhőmérő, valamint egy kézi GPS készülék (2. ábra).

A Nitracheck 404 reflektometriás meghatározással, 1 mg/l felbontással mutatja ki a tesztcsik alapján a mintázott víz nitráttartalmát.

A Thermo Orion 5 Star műszer három csatlakozott elektródán keresztül közvetlen leolvasást biztosít a mintavételezés helyén.

A települések és környezetük rövid földrajzi leírása

Az általunk vizsgált falvak, Füle, Bardoc és Olasztelek jellegzetesek Erdővidék településrendszerére, szokásaira. Környezetük is jellemző Erdővidékre, a hegyekből leszaladó patakok hegylábi övezete, majd a medencébe kiérő, szélesedő völgy típuspéldája is lehetne az említett falvak Kormos-patak menti sora.

A Hargita déli része, a Persányi- és a Baróti hegység által közrezárt területet nevezik Erdővidéknek, mely a Székelyföld kevésbé fejlett és fejlesztett, holott jól ismert, és annál értékesebb, hagyományokban gazdag szeglete. A vizsgált falvak a Dél-Hargita délnyugati oldalán, a Kormos-patak mentén sorakoznak. E terület geológiai szempontból ezek a Dél-Hargita és a Baróti-medence határvonalán található. Az ásványi kincsekben gazdag térség vulkáni és üledékes kőzetekből épül fel. A Dél-Hargita tömegét a harmadkor végi és negyedkor eleji vulkáni tevékenység eredményeként képződött andezitféleségek és andezit agglomerátumok képezik. A földtani újharmadkor végén és a negyedkor elején a vulkáni működésekkel egyidőben víz borította a medence területét, mely sokáig a Barcasági-medencében elhelyezkedő nagy tó északi öble volt. A vulkáni tevékenységgel párhuzamosan a medencealjzat a törésvonalak mentén fokozatosan beszakadt, elöntötte a víz. Az öböl lassan feltöltődött üledékrétegekkel (agyag, márga, lignit, homok, vulkáni törmelék).¹⁴

Az utóvulkáni működéseknek köszönhető, hogy a vidék gazdag ásványvízforrásokban. E források vegyi összetétele nagyon változatos, gyógyhatásuk pedig különbözik.¹⁵

A vizsgált terület fő vízfolyása a Kormos, melynek bal oldali mellékvizei a Kovácsok, Gerend, Kóság, Egres, jobb oldalán pedig a Fenyős, Borvíz és Vargyas patakok növelik vízhozamát.

A Kormos középső szakaszán felsorakozó vizsgált települések esetében nem tudott kialakulni a klasszikus értelemben vett ártéri nagy vízáramlás által fenntartott összefüggő talajvízréteg, azonban a hegylábi felszínekre jellemző, hegyvidéken táplálkozó és a patak mentén kiáramló felszín alatti vízrendszert feltételezhetünk.

Eredmények

Erdőfüle, Bardoc és Olasztelek talajvizének több szempontú vizsgálatát 2007 áprilisában végeztük el, egy terepi kiszállás alkalmával, így csak egy pillanatképet kaptunk a falvak alatti talajvíz minőségét illetően. A talajvíz mennyiségi és minőségi tulajdonságait a meteorológiai feltételek, illetőleg az évszakok váltakozása is nagymértékben befolyásolja. Ahhoz, hogy egy hosszabb időszakra érvényes és pontosabb eredményt kapjunk, több terepi mérésre, megfigyelésre is szükség van. A vizsgált falvak közszolgálati vízellátása 2006-tól megoldott, bár a házakhoz csak az idei évtől kezdtek el a bevezetési munkálatokat, melyek jelen pillanatban is folynak (2007). Így bátran kijelenthetjük, hogy az emberek többsége még mindig saját telkén ásott vagy fúrt kútjának vizét használja.

A helyszínen meghatározott nitrátértékeket tartalmazza a 2. táblázat.

A kapott eredményeket ábrázolva, meggyőző képet kapunk a nitráttal való szennyezés mértékéről, és ennek relatív, egymáshoz viszonyított nagyságáról (3. ábra). A grafikon megdönti a célkitűzésben megfogalmazott hipotézist, mely szerint a nitrátkoncentráció a patak mentén folyás irányban haladva folyamatosan emelkedni fog, ugyanis Erdőfüle, a folyásirány szerinti legfelső település adja a legnagyobb nitrátértékeket, míg a folyásirány szerinti legalsó település, Olasztelek rendelkezik a legalacsonyabb értékekkel az adott mérési kampány során. A maximumértékek a patak folyásának irányában csökkennek, ez a tény is cáfolja a hipotézist.

A falvanként megszerkesztett talajvíz-nitrátkoncentráció térkép elkészítéséhez a térben szórta kiválasztott mintavételi helyeken mért nitrátértékek Surfer program által ajánlott Kriging interpolációs műveletével voltak felhasználva. A program lefutása végén elénk tárul a település belterületének talajvíz-szennyezettségi állapota (4. ábra). Ehhez hasonló térképeket készítettünk más, általunk mért paraméterekre is: az elektromos vezetőképesség (5. ábra), talajvízhőmérséklet, talajvíz-

¹⁴ KISGYÖRGY Z. 1973.

¹⁵ VARGA A. 1997.

pH, TDS (Total Dissolved Solids – összes oldott szervesen ásványi anyag).

A Kriging interpoláció megbízható elvégzéséhez térben megfelelően sűrűn és jól elhelyezett mintavételi ponthálózatra van szükség. Valószínű, hogy az általunk kiválasztott mintavételi ponthálózat nem elég sűrű (6. ábra). Ennek ellenére az interpolált állapot jól kirajzolja a települések alatti szennyezőgócokat.

Következtetések

A három, sorban következő településen egyidőben elvégzett mérésorozat eredményei megcáfolják azt a hipotézist, miszerint a folyón lefele sorakozó településeken várhatóan nagyobb nitráttartalmakkal kellene találkozni. Ez a tény további két megállapítást is maga után von:

1. A hipotézis elesése arra enged következtetni, hogy a településeknél tapasztalt szennyezések loká-

lisak, azaz minden település felelős a saját vizének szennyezéséért.

2. A vizsgált területen valószínűleg nincs még kialakulva egy összefüggő artéri, parti szűrésű felszín alatti vízrendszer, hanem minden település az oldalirányú, hegylábi rendszerekből kapja a talajvizét.

A fentiek tükrében elmondható, hogy egyik település sem tehető felelőssé a szomszédos település talajvizének szennyezéséért. A nitrátszennyező gócpontok valószínűleg pontszerűek, kommunális eredetűek, és helyenként kimagasló feldúsulást eredményeznek.

A mért adatok további feldolgozása folyamatban van, a környezet-egészségügyi vizsgálatok és párhuzamok felállításához részletesen kell ismerni a pontszerű szennyezők diffúz hálózatának helyzetét. A jelen munkában bemutatott eredményeket tehát további kutatásokhoz használjuk fel.

Pál Zoltán - Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, palzeusz@yahoo.com

Bálint Kinga - Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, kinci_22@yahoo.com

Irodalom

CSENDER Gy.

2006 *ÁNTSZ jelentés a vizekben található szennyezőanyagok egészségügyi hatásairól*, Budapest.

HAUGEN, K. S. – SEMMENS, M. J. – NOVAK, P. J.

2002 A Novel *In situ* Technology for the Treatment of Nitrate Contaminated Groundwater, *Water Research*, 36, 3497–3506.

HU, K. – HUANG, Y. – LI, H. – LI, B. – CHEN, D. – WHITE, R. E.

2005 Spatial variability of shallow groundwater level, electrical conductivity and nitrate concentration, and risk assessment of nitrate contamination in North China Plain, *Environment International*, 31, 896–903.

JAKAB S. – FÜLEKI GY.

2004 *Többnyelvű talajtani fogalomtár*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Marosvásárhely–Gödöllő–Budapest.

KERÉNYI A.

1995 *Általános Környezetvédelem*, Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.

KERÉNYI A. – PÁSZTOR Anikó

1994 A talajvíz nitráttartalmának területi és időbeli változásai két bükkaljai falu példáján, *Földrajzi Közlemények*, 42 (98), 2, 113–129.

KERÉNYI A. – SZABÓ GY.

1998 Environmental Pollution in a sample Area of the North Hungarian Mountains, *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 21 (1988), 27–32.

KISGYÖRGY Z.

1973 *Erdővidék*, Kovászna megye szocialista művelődési és nevelési bizottsága, Sepsiszentgyörgy.

MÁDLNÉ, dr. – SZŐNYI J., dr. – TÓTH J.

2003 *Bevezetés a hidrogeológiába* Jegyzet, ELTE TTK, Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, Budapest.

PÁL Z.

2006 Környezetvédelmi kérdések a régióban, In: Horváth Gy. (szerk.): *A Kárpát-medence régiói 4. Északnyugat-Erdély*, Dialog Campus Kiadó, Pécs–Budapest, 77–92.

PAYAL, S.

2001 *A talajvízszennyezés leleplezése. A világ helyzete*, Föld Napja Alapítvány, Budapest.

SEILER, R. L.

2005 Combined use of ^{15}N and ^{18}O of nitrate and ^{11}B to evaluate nitrate contamination in groundwater, *Applied Geochemistry*, 20, 1626–1636.

VARGA A.

1997 *Erdővidék, Mini Turistakalauz*, ERFATUR Impex, Kolozsvár.

Raport privind starea mediului din România – 2003. MAPP, Bucureşti.
www.medicinenet.com

Posibile surse de poluare a pânzei freatice aparținând așezărilor rurale Studiu de caz: Bazinul Baraolt, România (Rezumat)

Studiul de față prezintă rezultatele unei campanii de analize in situ efectuate în aprilie 2007. Probele de apă freatică au fost preluate din intravilanul a trei așezări rurale din bazinul Baraolt: Filia, Brăduț și Tălișoara. Așezările sunt înșirate de-a lungul văii Cormoșului. Majoritatea localnicilor folosesc ca unică sursă de apă potabilă puțurile și fântânile din propria curte. S-a presupus creșterea concentrațiilor de azotați din freatic din amonte spre aval. Valorile măsurate au fost interpolate prin metoda Kriging. Harta concentrațiilor de azotați din freatic arată o formă neuniformă, ceea ce denotă că sursa poluării este cu cea mai mare probabilitate rețeaua difuză de surse poluante comunale punctiforme. Ipoteza inițială cade, deoarece cele mai mari valori au fost măsurate în Filia, așezarea din amonte, iar cele mai mici în Tălișoara, așezarea din aval.

Patterns of Groundwater Pollution under Rural Settlements in Erdővidék (Baraolt Basin, Romania) (Abstract)

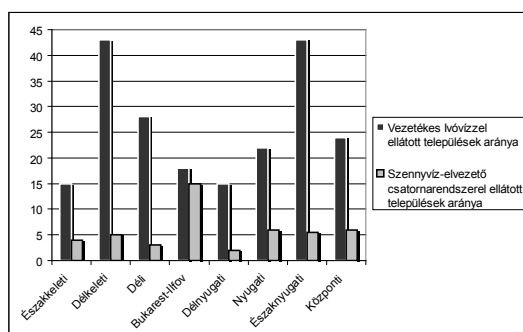
The paper presents the results of a groundwater measurement campaign taken place during April, 2007. The sample area consists of 3 villages situated along a valley on the western slopes of South Harghita Mountains: Erdőfüle, Bardoc, Olasztelek (Filia, Brăduț and Tălișoara, Harghita County). The majority of the inhabitants are still using the wells in their yards for drinking purposes. The hypothesis is: the nitrate concentrations should increase downward along the river. The nitrate-concentration map was made using the Kriging method. The nitrate-concentration map of the groundwater shows a scattered contaminant pattern, due to the diffuse network of local communal pollutant sources. The hypothesis proved to be false, the results show the opposite behaviour of nitrate-concentrations as expected.

<i>RÉGIÓ</i>	<i>NITRÁTSZINT</i>	<i>FORRÁS</i>
Észak-Kína	50 mg/l fölött a vizsgált helyszínek több mint felénél	Műtrágyaelfolyás a gazdaságokból
Yogyakarta, Indonézia	50 mg/l fölött a vizsgált kutak felénél	Hulladéktárolók
Kanári-szigetek	70 és 265 mg/l között a banánültetvények alatt vizsgált kutakban	Nagy mennyiségű nitrogén műtrágya használata a banánültetvényeken
Közép-Nigéria	50–500 mg/l között a kisvárosok közelében vizsgált kutakban	Emberi és állati hulladék lerakása
Románia	50 mg/l fölött a vizsgált kutak 35 százalékában	Kezeletlen szennyvíz
Kelet-Anglia, Egyesült Királyság	50 mg/l fölött 142 vizsgált helyszínen	Trágyaszivárgás a földekről
Yucatán-félsziget, Mexikó	A felszínközeli talajvízben a vizsgált helyek több mint felénél 45 mg/l fölött	Háziállat- és emberi hulladék, mezőgazdasági szennyvíz
Nebraska és Kansas, Egyesült Államok	45 mg/l fölött a vizsgált minták 35 százalékában	Trágyaelfolyás a farmokról

1. táblázat Talajvizek nitrát koncentrációi a világ különböző régióiban, a legvalószínűbb szennyezési forrás megjelölésével (PAYAL, S. 2001. nyomán).

Mérési pontok	A vizsgált terület nitrátértékei (mg/l)		
	Erdőfüle	Bardoc	Olasztelek
1	6	5	20
2	189	29	0
3	9	46	12
4	45	9	0
5	20	24	66
6	5	23	20
7	15	38	36
8	265	83	45
9	180	38	20
10	111	36	14
11	10	6	41
12	45	156	17
13	0	63	93
14	92	78	72
15	43	90	18
16	19	48	35
17	11	84	30
18	65	5	
19	37	72	
20	117	5	
21	72	122	
22	28	35	
23	35		
24	36		
25	9		

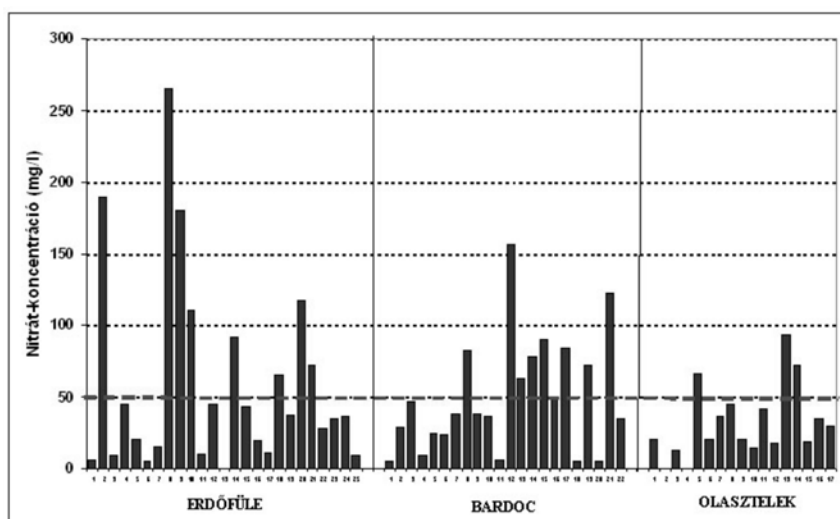
2. táblázat Erdőfüle, Bardoc és Olasztelek települések talajvízmintáinak nitrátkoncentrációi (a méréseket Pál Z. és Bálint K. végezte, 2007 áprilisában).



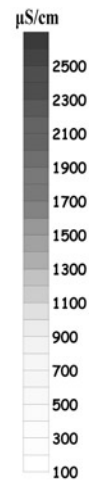
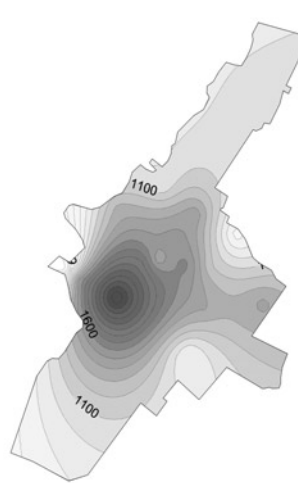
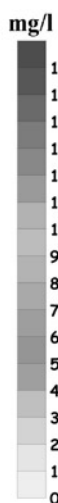
1. ábra Romániai fejlesztési régiók helyzete a vezetékes ivóvíz-, illetve szennyvízcsatorna-rendszerrel való ellátottságát illetően (forrás: 2003-as Környezeti Országjelentés, www.mappm.ro).



2. ábra A felhasznált műszerek (Fotó: Fodor Bíborka-Anna).

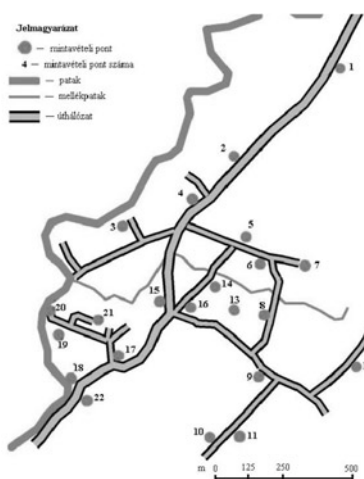


3. ábra Három erdővidéki településen vett talajvízminta nitrátkoncentrációja 2007 áprilisában (saját mérés)



4. ábra A nitrát területi eloszlása Bardocon 2007 áprilisában

5. ábra Bardoc talajvizének elektromos vezetőképessége



6. ábra A mintavételi pontok Bardocon